OLIMPIADI DI FISICA 2004

13 Febbraio 2004

Gara di 2° Livello – SOLUZIONE dei QUESITI

Quesito n.1

Nell'urto si conserva la quantità di moto, per cui

$$mv = mv' + MV' \quad \Rightarrow \quad V' = \frac{m(v - v')}{M}\,,$$

dove V' rappresenta la velocità della seconda sfera dopo l'urto e le altre grandezze sono definite nel testo del quesito. Con i valori forniti, ricordando che $v' = -1\,\mathrm{m/s}$, con segno negativo perché è di verso contrario rispetto a v, si ottiene $V' = 3\,\mathrm{m/s}$.

Nota: si può facilmente controllare che con i dati del testo l'urto è necessariamente anelastico.

Quesito n.2

Durante tutta la rotazione la risultante delle forze agenti sul corpo deve essere diretta verso il centro di rotazione e avere modulo $F = m\omega^2 R = m\,4\pi^2 R/T^2$ (forza centripeta).

Nel punto più basso tale forza, diretta verticalmente verso l'alto, è la somma della forza gravitazionale diretta verso il basso, di modulo mg, e della forza richiesta. Sarà allora

$$F = m\left(g + \frac{4\pi^2 R}{T^2}\right) = 148\ \mathrm{N}.$$

Quesito n.3

Supponiamo che in un certo momento la parte di lastrina che si trova davanti alla fenditura abbia spessore x. Ciò introduce, per la luce che l'attraversa, un cammino ottico maggiore: da x (senza lastrina) a nx; quindi il cammino ottico risulta aumentato di $(n-1)x$. Questo aumento provoca, per il raggio che arriva sullo schermo, un ritardo di fase pari a

$$2\pi\frac{(n-1)x}{\lambda}\,.$$

Per avere interferenza costruttiva e quindi frangia luminosa come in assenza di lastrina, è necessario che questo ritardo di fase sia compensato da un aumento del cammino geometrico della luce che passa dall'altra fenditura; il sistema di frange deve quindi spostarsi dal lato della fenditura coperta dalla lastrina. La frangia centrale si sposta di una quantità necessaria perché, in condizioni normali, si abbia un ritardo di fase pari a quello addizionale introdotto dalla lastrina. Un numero k di frange corrisponde a uno sfasamento $2\pi k$. Quando la lastrina è completamente inserita per uno spessore s si ha quindi

$$k = \frac{s(n-1)}{\lambda} = 10\,,$$

il sistema si sposta di 10 frange.

Quesito n.4

Una mole di rame ha la massa $M = 64\,\mathrm{g}$ ed occupa un volume $V = M/\rho$ dove ρ è la densità del metallo. Una mole di rame contiene un numero di Avogadro di atomi e dunque il volume occupato, in media, da ogni atomo è pari a

$$V_{\mathrm{atomo}} = \frac{M}{\rho\, N_{\mathrm{A}}} = 1.18 \times 10^{-29}\,\mathrm{m}^3\,.$$

Quesito n.5

La diottria è l'unità di misura del potere convergente d di una lente definito come $d = 1/f$ dove f è la sua distanza focale. Una lente da 3 diottrie ha dunque una focale $f = 0.33\,\mathrm{m}$, quindi l'immagine nitida del filamento posto ad una distanza $p = 1\,\mathrm{m}$ dalla lente, usando l'equazione della lente sottile,

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}\,,$$

si forma ad una distanza $q = 0.5\,\mathrm{m}$ dalla lente.

Il rapporto di ingrandimento I definito come la dimensione trasversale dell'immagine su quella dell'oggetto

$$I = \frac{Y_{\mathrm{immagine}}}{Y_{\mathrm{oggetto}}}$$

è anche uguale al rapporto delle distanze $I = p/q$, quindi nell'immagine il filamento appare lungo 2 mm.

Quesito n.6

Se l'antenna non fosse direzionale, ma irradiasse uniformemente in tutto lo spazio, la potenza di una trasmittente capace di far arrivare sulla Terra la stessa quantità di energia ogni m^2 sarebbe $2P \times 10^4$. L'energia emessa da una tale trasmittente si distribuirebbe uniformemente su una superficie sferica di raggio d e quindi su un'area pari a $4\pi\, d^2$.

In queste condizioni l'antenna sulla Terra avrebbe ricevuto una potenza

$$P_{\mathrm{r}} = \frac{2P \times 10^4}{4\pi\, d^2}\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 8.18 \times 10^{-19}\,\mathrm{W}.$$

Quesito n.7

La carica dovrà essere di segno opposto alle tre cariche e posizionata ad una uguale distanza dalle stesse, cioè nel centro del triangolo. Se il lato del triangolo è a, la distanza di tale carica dai vertici è $a/\sqrt{3}$. Indichiamo con q e Q i valori delle tre cariche iniziali e della quarta.

La forza che la quarta carica produce su una delle tre cariche iniziali vale in modulo

$$F_1 = \frac{|qQ|}{(a/\sqrt{3})^2}\,,$$

mentre le altre due cariche iniziali producono sulla terza una forza risultante il cui modulo, applicando la regola del parallelogramma, vale

$$F_2 = \frac{q^2}{a^2}\sqrt{3}$$

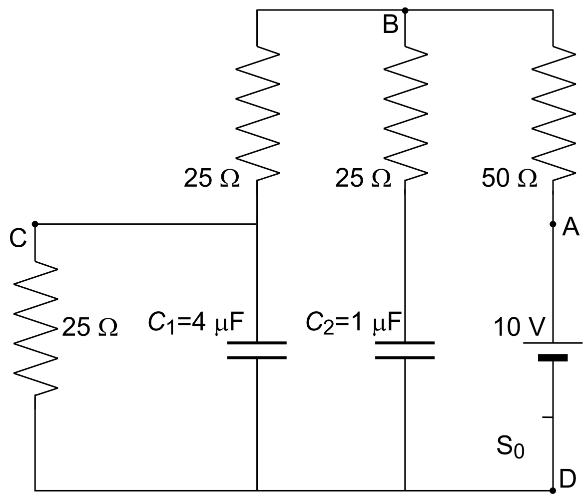
Dovrà quindi essere

$$F_1 = F_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{q^2}{a^2}\sqrt{3} = \frac{|qQ|}{(a/\sqrt{3})^2}$$

In definitiva si ottiene una situazione di equilibrio - instabile - se $Q = -q/\sqrt{3}$.

Quesito n.8

Dopo un tempo molto lungo i condensatori si sono caricati e circola una corrente elettrica i in condizione di regime stazionario solamente attraverso la maglia più esterna del circuito, indicata in figura dai punti A, B, C e D.



Si ha

$$i = \frac{V_0}{R_{\text{totale}}} = \frac{10\,\text{V}}{(50+25+25)\,\Omega} = 0.1\,\text{A}\,.$$

Il condensatore C_2 si caricherà alla differenza di potenziale $V_{\text{BD}} = V_0 - V_{\text{AB}} = 5\,\text{V}$, mentre il condensatore C_1 si caricherà fino a raggiungere la differenza di potenziale presente ai capi della resistenza di sinistra del circuito, ossia $V_{\text{CD}} = 2.5\,\text{V}$. Si ha

$$Q_2 = C_2 V_{\text{BD}} = 5\,\mu\text{C} \quad \text{e} \quad Q_1 = C_1 V_{\text{CD}} = 10\,\mu\text{C}\,.$$

Quesito n.9

Dalla relazione che lega la variazione di temperatura ΔT dell'acqua al calore Q assorbito

$$P\Delta t = Q = cm\Delta T\,,$$

con Δt che rappresenta l'intervallo di tempo trascorso e P la potenza assorbita si ha

$$P = \frac{cm\Delta T}{\Delta t}$$

Dal grafico si può ricavare, per esempio, che dopo 1.5 minuti la temperatura vale 30°C e dopo 6 minuti vale 70°C, ossia in un intervallo di tempo $\Delta t = 270\,\text{s}$ si ha una variazione di temperatura $\Delta T = 40°\text{C}$. Sostituendo questi valori nella relazione precedente e tenendo presente i valori del calore specifico c e della massa m si ottiene

$$P = 124\,\text{W}\,.$$

Il valore di P dipende entro qualche percento dai punti scelti nel grafico. Per esempio con $T(0) = 17$ e $T(9.5) = 100$ si ottiene $P = 122\,\text{W}$.

Nota: si richiama l'attenzione sul fatto che i dati del grafico riguardano, ovviamente, soltanto la potenza assorbita dall'acqua. Il resto della potenza fornita dalla sorgente viene assorbito dal recipiente, dagli strumenti di misura ed in parte disperso nell'ambiente.

Quesito n.10

L'energia trasferita al gas sotto forma di calore è legata all'aumento della temperatura dalla relazione $Q = nc_p\Delta T$, dove n è il numero di moli del gas e c_p il calore specifico molare a pressione costante. Questo, per un gas monoatomico come l'elio, è dato da $c_p = 5R/2$. La variazione di temperatura del gas risulta dunque

$$\Delta T = \frac{Q}{nc_p}\,.$$

La variazione di energia interna è

$$\Delta U = nc_v\Delta T\,,$$

dove c_v è il suo calore specifico molare a volume costante. Questo, per un gas monoatomico, è $c_v = 3R/2$. Sostituendo l'espressione trovata per la variazione di temperatura si ottiene

$$\Delta U = \frac{c_v}{c_p}Q = \frac{3}{5}Q = 9.0\,\mathrm{kJ}\,.$$

Materiale prodotto dal gruppo

PROGETTO OLIMPIADI

Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica

presso Liceo Scientifico "U. Morin"

VENEZIA MESTRE

fax: 041.584.1272

e-mail: `olifis@libero.it`

OLIMPIADI DI FISICA 2004

13 Febbraio 2004

Gara di 2° Livello – SOLUZIONE dei PROBLEMI

PROBLEMA n. 1 – La sicurezza nel traffico stradale

Quesito n. 1.

La distanza di sicurezza d è data dalla somma della distanza d' percorsa dall'automobile prima che l'automobilista inizi a frenare con la distanza d'' percorsa dall'automobile durante la frenata. Si ha

$$d' = vt_\mathrm{r} \quad \mathrm{e} \quad d'' = vt + \frac{1}{2}at^2 = -\frac{1}{2}\frac{v^2}{a}$$

avendo determinato t dalla condizione $0 = v + at$. In definitiva

$$d = vt_\mathrm{r} - \frac{1}{2}\frac{v^2}{a} \tag{1}$$

Quesito n. 2.

La lunghezza totale L del tratto di strada è pari alla lunghezza di N automobili e N distanze di sicurezza, ossia

$$L = N\ell + Nd = N\left(\ell + vt_\mathrm{r} - \frac{1}{2}\frac{v^2}{a}\right) \tag{2}$$

e risolvendo rispetto a v si ottiene

$$v = at_\mathrm{r} + \sqrt{a^2t_\mathrm{r}^2 - 2a\left(\frac{L}{N} - \ell\right)}$$

avendo scartato la soluzione negativa, fisicamente non significativa nel problema considerato. Sostituendo infine i valori numerici si ottiene

$$v = 18.2\,\mathrm{m/s} \approx 66\,\mathrm{km/h}$$

mentre dalla (2) per d si ha

$$d = \frac{L}{N} - \ell = 46\,\mathrm{m}\,.$$

Quesito n. 3.

Esprimendo, dalla (2), N in funzione di v e tenendo presente che $\Delta t = L/v$ si ha

$$F = \frac{N}{\Delta t} = \frac{L}{\ell + d} \times \frac{v}{L} = \frac{v}{\ell + d} = \frac{v}{\ell + vt_\mathrm{r} - v^2/(2a)}\,. \tag{3}$$

F è massimo quando la derivata di F rispetto alla variabile v è nulla, $F' = 0$, cioè

$$F' = \frac{\ell + v^2/(2a)}{\left[\ell + vt_\mathrm{r} - v^2/(2a)\right]^2} = 0 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{-2a\ell} \quad \mathrm{con} \quad a < 0 \quad \Rightarrow \quad v = 6\,\mathrm{m/s} = 21.6\,\mathrm{km/h}\,.$$

Quesito n. 4.

In corrispondenza del valore di v determinato nel quesito precedente si ha

$$F_{\max} = \frac{6}{11}\,\text{automobili/s} \approx 1964\,\text{automobili/h} \quad \text{e} \quad d = 7\,\text{m}\,.$$

Possibili varianti per la soluzione dei quesiti 3 e 4, per eliminare l'utilizzo della derivata

F deve avere un massimo, infatti dalla (3) se $v = 0$ anche $F = 0$ e per grandi valori di v la (3) si semplifica in

$$F \approx \frac{v}{-v^2/(2a)} = \frac{-2a}{v}$$

che tende a zero per v che cresce. Si può giungere alla stessa conclusione osservando che se $v = 0$ il flusso banalmente è nullo, mentre se v è molto grande la distanza di sicurezza, dalla (1), aumenta di molto diminuendo il numero N di automobili contenute in L e, di conseguenza, di nuovo, il flusso F tende a zero.

Per trovare il valore di v per il quale si ha F_{massimo} si può procedere per via numerica ottenendo la seguente tabella

v	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F	0.217	0.367	0.461	0.514	0.539	0.545	0.541	0.529	0.514

Un metodo ancora alternativo consiste nell'esprimere v in funzione di F e trovare per quali valori di F esiste un valore di v. Dalla (3) si ottiene per v un'equazione di secondo grado con F come parametro nella cui formula risolutiva si ha $\Delta \geq 0$ per

$$\frac{55}{36}F^2 + F - 1 \leq 0 \quad \Rightarrow \quad F \leq \frac{6}{11}$$

Dunque $F_{\text{massimo}} = 6/11$, a cui corrisponde $v = 6\,\text{m/s}$.

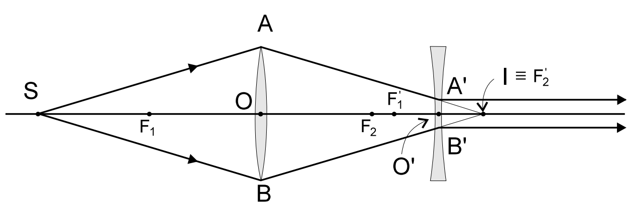
PROBLEMA n. 2 – Due lenti sottili su un banco ottico

Quesito n. 1 e 2.

La distanza della sorgente dalla prima lente è uguale al doppio della distanza focale, $p = 2f_1$; quindi si formerebbe un'immagine reale della sorgente a una distanza q ancora uguale al doppio della distanza focale della lente, $q = 40\,\text{cm}$. La luce viene però intercettata dalla seconda lente.

Una lente divergente può generare un fascio di raggi paralleli all'asse ottico se intercetta un fascio di raggi convergenti in un punto prima che questi vi arrivino e purché il punto coincida con il secondo fuoco della lente.

La situazione è rappresentata in figura.



Da quanto detto risulta OI = SO = 40 cm. I triangoli ABI e A′B′I sono simili e il rapporto di similitudine A′B′/AB è uguale a 1/5. Sarà allora

$$\mathrm{O'I} = \frac{\mathrm{OI}}{5} = 8\,\text{cm} \qquad \text{e} \qquad \mathrm{OO'} = 32\,\text{cm}$$

Ovvero la distanza focale della lente divergente è $f_2 = -8\,\text{cm}$, e la distanza fra le due lenti è $\ell = 32\,\text{cm}$.

PROBLEMA n. 3 – Un gas che si espande

Quesito n. 1.

Indichiamo con x la distanza del pistone dalla parete sinistra del cilindro. Nelle condizioni del problema la molla è accorciata di un tratto x ed esercita perciò una forza $F = kx$ sul pistone; questa forza è equilibrata dalla pressione del gas, perciò $pS = kx$.

Tenendo conto che il volume della parte A, occupata dal gas, è $V = Sx$, sarà

$$pV = kx^2 \tag{1}$$

e la relazione stabilita dall'equazione di stato dei gas perfetti diventa

$$kx^2 = nRT$$

da cui

$$x = \sqrt{\frac{nRT}{k}} = 0.353\,\mathrm{m}\,.$$

Di conseguenza $V = Sx = 3.53 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}^3$ e $p = kx/S = 706\,\mathrm{Pa}$.

Quesito n. 2.

Contrassegnando con il pedice 1 le grandezze riferite alla situazione iniziale prima del riscaldamento e con il pedice 2 le grandezze riferite alla situazione finale, avremo $V_2 = 2V_1$. Il raddoppio del volume ha come conseguenza il raddoppio della compressione della molla e quindi della forza che questa esercita sul pistone. Perciò alla fine anche la pressione sarà raddoppiata: $p_2 = 2p_1$.

Dall'equazione di stato, per gli stati iniziale e finale,

$$p_1V_1 = nRT_1 \quad \text{e} \quad p_2V_2 = nRT_2\,,$$

possiamo ottenere facilmente che $T_2 = 4T_1$.

Per il primo principio della termodinamica, l'energia Q fornita nel riscaldamento dovrà aumentare l'energia interna del gas e l'energia potenziale della molla.

Per i gas perfetti l'aumento di energia interna è dato da $\Delta U = nc_\mathrm{v}\Delta T$, dove c_v è il calore specifico a volume costante del gas e ΔT è l'aumento di temperatura. Per l'elio, gas monoatomico, vale $c_\mathrm{v} = 3/2R$.

La molla all'inizio del riscaldamento è già compressa di un tratto x_1 e alla fine è compressa di un tratto $x_2 = 2x_1$. La sua energia potenziale aumenta allora di una quantità

$$\Delta U_\mathrm{k} = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$$

Quindi

$$Q = \Delta U + \Delta U_\mathrm{k} = nc_\mathrm{v}(T_2 - T_1) + \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)\,.$$

Tenendo conto della (1) abbiamo che

$$x_2^2 = \frac{p_2V_2}{k} \qquad x_1^2 = \frac{p_1V_1}{k}$$

e quindi

$$Q = n\frac{3}{2}R(T_2 - T_1) + \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{9}{2}nRT_1 + \frac{3}{2}p_1V_1 = 6p_1V_1 = 150\,\mathrm{J}\,.$$

PROBLEMA n. 4 – Un guasto alla linea telefonica

Quesito n. 1.

Si indichi con x la distanza del punto P dall'inizio del cavo telefonico e con R_x la resistenza elettrica di un filo elettrico dall'inizio del cavo al punto P. Per la seconda legge di Ohm, si ha

$$R_\mathrm{x} = r\frac{x}{\ell}\,. \tag{1}$$

Nel primo caso, a linea aperta, il sistema forma un circuito elettrico composto dal generatore in serie con la resistenza dei due tratti di filo dall'origine al punto P e con la resistenza di fuga. La resistenza totale del circuito vale

$$R_1 = \frac{V_0}{i_1} = 16\,\Omega$$

e, indicando con R_0 la resistenza di fuga, si ha

$$R_1 = 2\,R_\mathrm{x} + R_0\,, \tag{2}$$

mentre nel secondo caso il circuito elettrico che si forma è composto dal generatore in serie con la resistenza dei due tratti di filo dall'origine al punto P e con il parallelo composto dalla resistenza di fuga con la resistenza del tratto rimanente dei due cavi elettrici. In questo caso la resistenza totale del circuito vale

$$R_2 = \frac{V_0}{i_2} = 10\,\Omega$$

e si ha

$$R_2 = 2\,R_\mathrm{x} + \frac{R_0\,2\,(r - R_\mathrm{x})}{R_0 + 2\,(r - R_\mathrm{x})}\,. \tag{3}$$

Sostituendo nella (3) l'espressione di R_0 ricavata dalla (2) si ottiene

$$R_2 = 2\,R_\mathrm{x} + \frac{(R_1 - 2\,R_\mathrm{x})\;2\,(r - R_\mathrm{x})}{(R_1 - 2\,R_\mathrm{x}) + 2\,(r - R_\mathrm{x})}$$

ovvero

$$R_\mathrm{x}^2 - R_2 R_\mathrm{x} + \frac{R_1 R_2}{4} + \frac{R_2 r}{2} - \frac{R_1 r}{2} = 0 \quad \text{con la condizione} \quad R_\mathrm{x} \neq \frac{R_1 + 2r}{4} = 8\,\Omega\,.$$

Sostituendoci i valori delle grandezze note e risolvendo l'equazione, si ricava infine

$$R_\mathrm{x}^2 - 10\,R_\mathrm{x} + 16 = 0 \quad \Rightarrow \quad R_\mathrm{x} = 2\,\Omega\,.$$

Con il valore appena trovato sostituito nella (2) si ricava $R_0 = R_1 - 2\,R_\mathrm{x} = 12\,\Omega$.

Quesito n. 2.

Dalla espressione (1) si ricava la distanza x del punto P dall'inizio del cavo. Si ottiene

$$x = \frac{R_\mathrm{x}}{r}\ell = 0.5\,\mathrm{km}\,.$$

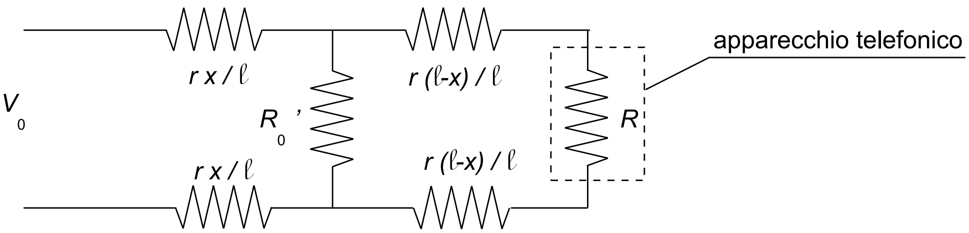
Quesito n. 3.

Indicata con V_0 la differenza di potenziale all'inizio della linea, in assenza di danno alla linea telefonica la differenza di potenziale V alla fine della stessa, ossia all'ingresso dell'apparecchio telefonico risulta

$$V = V_0\frac{R}{R + 2r} = 0.991\,V_0\,,$$

come si può determinare considerando il circuito formato dall'apparecchio telefonico in serie con i due cavi elettrici.

In situazione di danno "*riparato*", il circuito da considerare è più complesso. Infatti la resistenza del telefono è in serie con i due tratti di cavo elettrico a valle del punto P, dando origine ad una resistenza equivalente R_1. Questa resistenza a sua volta è in parallelo con la resistenza di fuga R_0' originando una seconda resistenza equivalente R_2, la quale va considerata in serie con la resistenza dei due spezzoni di filo a monte del punto P. Il circuito risulta pertanto quello mostrato in figura.



Poiché

$$R_1 = R + 2\,R_{\ell-\mathrm{x}} \quad \text{e} \quad R_2 = \frac{R_1 R_0'}{R_1 + R_0'} = \frac{(R + 2\,R_{\ell-\mathrm{x}})\,R_0'}{R + 2\,R_{\ell-\mathrm{x}} + R_0'} = 180\,\Omega\,,$$

la resistenza complessiva R' del circuito risulta

$$R' = 2\,R_\mathrm{x} + R_2 = 184\,\Omega\,.$$

Per una differenza di potenziale V_0 in testa alla linea, la corrente I_0 circolante nella linea vale

$$I_0 = \frac{V_0}{R'}\,,$$

mentre la corrente I_2 circolante nel telefono si ricava risolvendo il sistema

$$\begin{cases} I_1 + I_2 = I_0 \\ (R + 2\,R_{\ell-\mathrm{x}})\,I_2 = R_0' I_1 \end{cases}$$

avendo indicato con I_1 la corrente circolante nella resistenza di fuga. Si ottiene

$$I_2 = \frac{R_0'}{R + 2\,R_{\ell-\mathrm{x}} + R_0'} I_0$$

Pertanto la differenza di potenziale V' all'ingresso del telefono vale

$$V' = \frac{R_0'}{R + 2\,R_{\ell-\mathrm{x}}\,(R_0' + 2\,R_\mathrm{x}) + 2\,R_\mathrm{x} R_0'} V_0 = 97.17\% V_0 = 98\% V\,.$$

In conclusione è di nuovo possibile effettuare una comunicazione telefonica senza eccessivi disturbi, pur essendo in presenza di una riparazione non effettuata "*a regola d'arte*".

PROGETTO OLIMPIADI
Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica
presso Liceo Scientifico "U. Morin"
VENEZIA MESTRE
fax: 041.584.1272
e-mail: olifis@libero.it

Associazione per l'Insegnamento della Fisica
Progetto Olimpiadi

OLIMPIADI DI FISICA 2004

13 Febbraio 2004

Gara di 2° Livello – GRIGLIE DI VALUTAZIONE

⇒ Materiale riservato alla Commissione ⇐

PROBLEMA 1 – La sicurezza nel traffico stradale

GRIGLIA DI VALUTAZIONE :		Totale Punti 20
1	*Distanza di sicurezza mantenuta da ogni automobile*	**5**
1.1	Espressione di d'	2
1.2	Espressione di d''	3
2	*Calcolo di v_0 e d nel caso particolare $N_0 = 100$*	**6**
2.1	Espressione di L in funzione di N e v_0	2
2.2	Espressione di v_0	2
2.3	Valore numerico di v_0	1
2.4	Valore numerico di d	1
3	*Velocità ottimale delle automobili*	**7**
3.1	Espressione di F	3
3.2	Condizione di F massimo con derivata o calcolo equivalente	3
3.3	Valore di v_0	1
4	*Calcolo di F_{massimo}*	**2**
4.1	Valore di F_{massimo}	2

PROBLEMA 2 – Due lenti sottili su un banco ottico

GRIGLIA DI VALUTAZIONE :		Totale Punti 8
1	*Distanza focale della lente divergente*	**7**
1.1	Posizione dell'immagine reale data dalla prima lente	2
1.2	Giustifica correttamente la posizione del fuoco della lente divergente	2
1.3	Usa il diametro del fascio in uscita per trovare la focale della lente divergente	2
1.4	Valore della distanza focale	1
2	*Distanza tra le due lenti*	**1**
2.1	Distanza fra le lenti	1

PROBLEMA 3 – Un gas che si espande

GRIGLIA DI VALUTAZIONE :		Totale Punti 20
1	*Volume e pressione del gas*	**5**
1.1	Relazione fra temperatura e x	2
1.2	Volume e la pressione in funzione dei dati	2
1.3	Valori numerici corretti	1
2	*Energia per il riscaldamento*	**10**
2.1	Giustifica che $P_2 = 2P_1$	1
2.2	Giustifica che $T_2 = 4T_1$	2
2.3	Afferma che l'energia fornita va ad aumentare sia l'energia interna del gas che quella potenziale della molla	1
2.4	Relazione $\Delta U_\mathrm{k} = {}^1\!/_2\, k\,(x_2^2 - x_1^2)$	2
2.5	Condizione $\Delta U = nc_\mathrm{v}\Delta T$ e usa il valore corretto (0.5 pt) di c_v	2
2.6	Espressione di Q in funzione dei dati	1
2.7	Valore numerico corretto di Q	1

PROBLEMA 4 – Un guasto alla linea telefonica

GRIGLIA DI VALUTAZIONE :		Totale Punti 22
1	*Posizione del punto P*	**12**
1.1	Espressione di R_x in funzione di x	2
1.2	Equazione per il circuito aperto	2
1.3	Equazione per il circuito chiuso	2
1.4	Equazione di secondo grado per R_x	4
1.5	Valore di R_x	1
1.6	Valore di x	1
2	*Resistenza elettrica "di fuga"*	**1**
2.1	Valore di R_0	1
3	*Possibilità di comunicare senza eccessivi disturbi*	**9**
3.1	Differenza di potenziale all'ingresso del telefono in assenza di danno	1
3.2	Resistenza complessiva del circuito	3
3.3	Espressione per la corrente I_0	1
3.4	Espressione per la corrente I_2	2
3.5	Differenza di potenziale all'ingresso del telefono con danno	1
3.6	Valore di V' in funzione di V	1

Materiale prodotto dal gruppo

PROGETTO OLIMPIADI

Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica

presso Liceo Scientifico "U. Morin"

VENEZIA MESTRE

fax: 041.584.1272

e-mail: olifis@libero.it